

**Treating steel in the course of its production in a metallurgical furnace - with carbonic-acid gas used as transport gas for blowing solids into the furnace**

**Patent Assignee:** EISENBAU ESSEN GMBH

**Inventors:** BUJANG F; FINCK L; SMEGAL H; WIRYOMIJOYO H

**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 19608530	A1	19970814	DE 1008530	A	19960306	199738	B
DE 19608530	C2	19990114	DE 1008530	A	19960306	199906	

**Priority Applications (Number Kind Date):** DE 1004663 A ( 19960209)

**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 19608530	A1		4	C21C-005/52	
DE 19608530	C2			C21C-005/52	

**Abstract:**

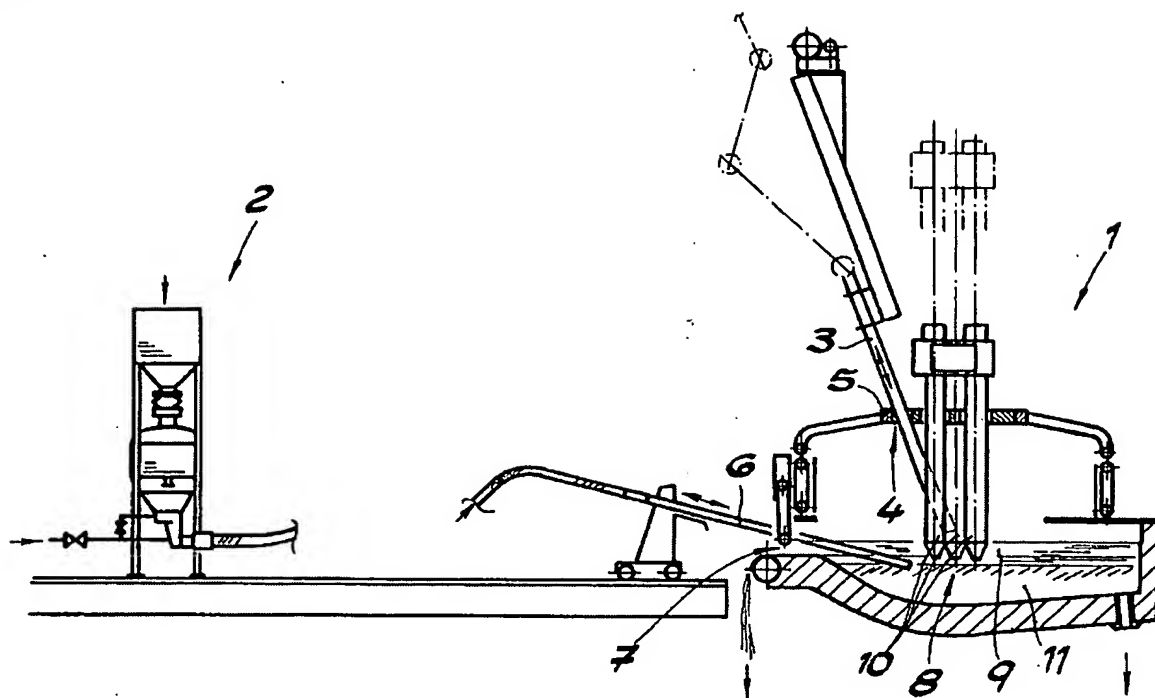
DE 19608530 A

The method concerns treatment of steel in the course of its production in a metallurgical furnace. Solids are blown into the furnace by means of a transport gas. Pure CO<sub>2</sub> gas or a gas containing primarily CO<sub>2</sub> is used as the transport gas. Also claimed is a metallurgical furnace, in particular, an electric-arc furnace serving for implementation of the proposed method.

USE - In the metallurgical industry.

ADVANTAGE - Sufficient amounts of slag foam are produced. Lowering of the steel quality as a consequence of transport gases used in blow-in systems is avoided.

Dwg.1/1



Derwent World Patents Index

© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 11425982



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 196 08 530 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 21 C 5/52**  
C 21 C 5/32  
F 27 B 3/08  
F 27 B 3/22

⑳ Aktenzeichen: 196 08 530.6-24  
㉑ Anmeldetag: 6. 3. 96  
㉒ Offenlegungstag: 14. 8. 97  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14. 1. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑤⑥ Innere Priorität:  
196 04 663. 7 09. 02. 96  
  
⑦③ Patentinhaber:  
Eisenbau Essen GmbH, 45128 Essen, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Andrejewski und Kollegen, 45127 Essen

⑦② Erfinder:  
Smegal, Heinz, 46537 Dinslaken, DE; Finck, Lothar,  
47259 Duisburg, DE; Wiryomijoyo, Hernanto,  
Cilegon, West Java, ID; Bujang, Fazwar, Cilegon,  
West Java, ID

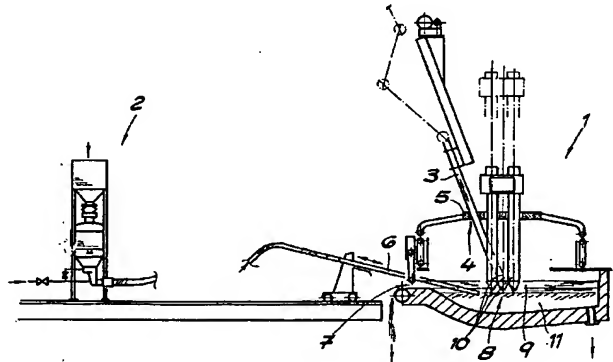
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 31 36 058 C1  
DE 31 03 730 C2  
EP 06 37 634 A1

DE-Z.: Stahl und Eisen, 106(1986) Nr.11 S.625-630;  
DE-Z.: "Fachberichte Hüttenpraxis Metallweiterver-  
arbeitung", Vol.25, No.1, 1967, S.16,18;

⑤④ Verwendung von reinem CO<sub>2</sub>-Gas oder einem im wesentlichen CO<sub>2</sub> enthaltenden Gas als Trägergas bei der  
Behandlung von Stahl in einem Lichtbogenofen

⑤⑦ Verwendung von reinem CO<sub>2</sub>-Gas oder einem im wesentlichen CO<sub>2</sub> enthaltenden Gas als Trägergas bei der  
Behandlung von Stahl im Zuge der Stahlerzeugung in einem Lichtbogenofen (1), wobei  
- das CO<sub>2</sub>-Gas im Rahmen eines Reduktionsprozesses für Eisenerz erzeugt wird, und wonach  
- Feststoffe mittels dieses Trägergases unter Verwendung einer Blaslanze (6) aus Kohlenstoffstahl durch eine  
Abstichöffnung (7) in den Ofen (1) unterhalb der Schlackenoberfläche eingeblasen werden und sich eine Schicht  
aus Schlacke (9) oberhalb einer Stahlschmelze (11) bildet, so daß  
- das CO<sub>2</sub> an der Oberfläche der Stahlschmelze (11) in einer endothermen Reaktion nahezu vollständig in CO und  
O<sub>2</sub> dissoziiert, und  
- das gebildete O<sub>2</sub> unter zusätzlicher Erzeugung von CO unmittelbar mit C aus der Stahlschmelze reagiert, sowie  
- aufgrund der der Schlacke (9) und der Stahlschmelze (11) entzogenen Wärme insbesondere die Temperatur der  
Schlacke (9) in der Reaktionszone abnimmt und in Verbindung mit der erzeugten CO-Strömung ein stabiler Schlack-  
kenschäum gebildet und zusätzlich eine Entgasung der Stahlschmelze (11) erreicht wird.



DE 196 08 530 C 2

DE 196 08 530 C 2

Die Erfindung betrifft die Verwendung von reinem  $\text{CO}_2$ -Gas oder einem im wesentlichen  $\text{CO}_2$  enthaltenden Gas als Trägergas bei der Behandlung von Stahl im Zuge der Stahlerzeugung in einem Lichtbogenofen.

Es ist bekannt, Inertgas wie beispielsweise Stickstoff oder Trockenluft als Trägergas zu verwenden, um Feststoffe in metallurgische Öfen wie beispielsweise Lichtbogenöfen einzublasen. Ein wesentlicher Nachteil dieser regelmäßig verwendeten Gase ist in ihrem negativen Einfluß auf die Stahlqualität und auf die Schlackenbeschaffenheit zu sehen. Wenn beispielsweise im Wege der Direktreduktion erzeugter Eisenschwamm eingeblasen wird, erzeugt der in der Luft enthaltene Sauerstoff  $\text{FeO}$ . Daraus folgt, daß freier Sauerstoff in Trägergasen von Einblassystemen die Bildung von  $\text{FeO}$  in der Schlacke erzeugt. Dadurch nimmt die Viskosität der Schlacke ab. Gleichzeitig steigt die Temperatur in der betreffenden Berührungszone zwischen der Schlacke und der Stahlschmelze an, und zwar aufgrund thermischer Reaktionen als Folge von chemischen Reaktionen. Daraus resultiert ein negativer Einfluß in bezug auf die Viskosität und die Qualität der Schlacke mit der Folge, daß die negative Schlackenoberfläche – aufgrund geringerer Bildung von Schlackenschwamm – reduziert wird und darüber hinaus der Lichtbogen zumindest teilweise unbedeckt ist und insoweit Energieverluste entstehen. Hinzu kommt, daß der Stickstoff von der Stahlschmelze in unkontrollierter Weise absorbiert wird. Daraus resultiert eine geringere Warmfestigkeit des erzeugten Stahls. Die Qualität des abgegossenen Stahles nimmt ab, Risse an der Stahloberfläche und eine verminderte Verwendungsfähigkeit des fertiggestellten Stahlerzeugnisses sind die Folge. – Beide Effekte, nämlich

- a) ungenügende Erzeugung von Schlackenschwamm und
- b) Abnahme der Stahlqualität

sind die Gründe dafür, daß das Einblasen von Luft oder Stickstoff, welches seit mehr als 10 Jahren bekannt ist, nur selten und restriktiv von Stahlproduzenten verwendet wird – obwohl die Vorteile von pneumatischen Einblassystemen – schon weil keine Feinanteile verlorengehen, wenn im Wege der Direktreduktion erzeugter Eisenschwamm eingeblasen wird – der Stahlindustrie wohl bekannt sind.

Die EP-A-0 637 634 beschäftigt sich mit einem Verfahren zur Stahlerzeugung in einem metallurgischen Elektro-Lichtbogenofen. Dabei werden über selbstverzehrende Lanzen durch eine Seitenwand des Elektro-Lichtbogenofens feinkörnige Feststoffe und/oder Gase bzw. Feststoff-Gasgemische eingebracht. Als Gase bzw. Trägergase können auch  $\text{CO}_2$  sowie Gasgemische dienen.

Vorliegend geht es darum, den im Elektro-Lichtbogenofen erzeugte Lichtbogen über einen längeren Zeitraum mit Schaumslagge zu umhüllen. Zu diesem Zweck wird eine Regelung der Schichthöhe der Schaumslagge durchgeführt. Im einzelnen dient hierzu eine während einer Ofencharge mehrmals vorgenommene Pegelmessung der Schichthöhe der Schlacke. Durch Ein- und/oder Aufblasen von Feststoffen, Gasen oder eines Gemisches von Feststoffen und Gasen in und/oder auf die Schlacke oder die Stahlschmelze wird der Lichtbogen von der Schaumslagge eingehüllt bzw. umhüllt. Die vorgenannte Vorgehensweise ist aufwendig und teuer und erfordert insbesondere eine Regelung der zugeführten Menge an Trägergas und der mittels des Trägergases eingeblasenen Feststoffmenge.

Durch die DE-C-31 36 058 ist ein Verfahren zum Gewinnen eines  $\text{CO}$ -reichen Abgases beim Frischen von Stahlschmelzen bekannt geworden. Hierzu wird ein metallurgi-

scher Ofen in Form eines Konverters eingesetzt. Darüber hinaus werden Feststoffe mittels eines Trägergases, beispielsweise  $\text{CO}_2$  eingeblasen. Primär geht es jedoch darum, zum Erzeugen von  $\text{CO}$  granulierten Kalkstein zusammen mit einem Trägergas in die Stahlschmelze mit einem Kohlenstoffgehalt von wenigstens 0,3% einzublasen. Das vorgenannte Einblasen des Kalksteines erfolgt mittels einer unterhalb der Schmelzbadoberfläche angeordneten Blasform.

Die deutsche Zeitschrift "Fachberichte Hüttenpraxis Metallweiterverarbeitung", Volumen 25, Nr. 1, 1967, Seiten 16, 18 spricht schließlich global das Einblasen von Sauerstoff an. Im übrigen ist es hieraus bekannt, Kohlenstoff mittels Sauerstoff als Trägergas unterhalb der Schlackenoberfläche einzublasen.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine kostengünstige und ressourcensparende Behandlung von Stahl mit einem Trägergas anzugeben, welches einen stabilen Schlackenschwamm unter gleichzeitig positiver Beeinflussung der erzeugten Stahlqualität auf einfache Weise erzeugt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung die Verwendung von reinem  $\text{CO}_2$ -Gas oder eines im wesentlichen  $\text{CO}_2$  enthaltenden Gases als Trägergas bei der Behandlung von Stahl im Zuge der Stahlerzeugung in einem Lichtbogenofen, wobei

- das  $\text{CO}_2$ -Gas im Rahmen eines Reduktionsprozesses für Eisenerz erzeugt wird, und wobei
- Feststoffe mittels dieses Trägergases unter Verwendung einer Blaslanze aus Kohlenstoffstahl durch eine Abstichöffnung in den Ofen unterhalb der Schlackenoberfläche eingeblasen werden und sich eine Schicht aus Schlacke oberhalb einer Stahlschmelze bildet, so daß
- das  $\text{CO}_2$  an der Oberfläche der Stahlschmelze in einer endothermen Reaktion nahezu vollständig in  $\text{CO}$  und  $\text{O}_2$  dissoziiert, und
- das gebildete  $\text{O}_2$  unter zusätzlicher Erzeugung von  $\text{CO}$  unmittelbar mit  $\text{C}$  aus der Stahlschmelze reagiert, sowie
- aufgrund der der Schlacke und der Stahlschmelze entzogenen Wärme insbesondere die Temperatur der Schlacke in der Reaktionszone abnimmt und in Verbindung mit der erzeugten  $\text{CO}$ -Strömung ein stabiler Schlackenschwamm gebildet und zusätzlich eine Entgasung der Stahlschmelze erreicht wird.

– Diese Maßnahmen der Erfindung haben zur Folge, daß zunächst einmal ein Trägergas mit einem höheren Molekulargewicht zur Verfügung steht, so daß der Transport der Feststoffe in der Gasströmung im Sinne einer verbesserten Einbindung und Tragfähigkeit unterstützt wird. Hinzu kommt, daß in einem Temperaturbereich bis zu  $700^\circ\text{C}$  keine nennenswerte Reaktion zwischen  $\text{Fe}$  und  $\text{CO}_2$  stattfindet. Das bedeutet, daß das  $\text{CO}_2$  die Schlackenschicht durchdringt und die Oberfläche der Stahlschmelze erreicht. Dort beträgt die Temperatur etwa  $1500^\circ\text{C}$ . Unter diesen Bedingungen dissoziiert das  $\text{CO}_2$  in  $\text{CO} + 1/2 \text{O}_2$  unter Verwendung von Wärme, welche der Schlacke und der Stahlschmelze entzogen wird. Die Umwandlung von  $\text{CO}_2$  beträgt unter diesen Umständen nahezu 100%. Der hoch aktive atomare Sauerstoff reagiert unmittelbar mit  $\text{C}$  aus der Stahlschmelze. Dadurch wird  $\text{CO}$  erzeugt, und zwar aufgrund der Reaktion  $\text{C} + 1/2 \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}$  plus Wärme. Insoweit handelt es sich um einen Verfeinerungs- bzw. Veredelungsprozeß für den geschmolzenen Stahl. Im Ergebnis läuft ein endothermer Prozeß ab, welcher der Umgebung Energie entzieht. Insbesondere nimmt die Schlackentemperatur in der Reakti-

onszone ab, wodurch die Schlackenviskosität erhöht wird. – Außerdem entstehen CO-Blasen an der Oberfläche der Stahlschmelze, welche durch die Schlacke hindurch bis zur Schlackenoberfläche hochsteigen und dadurch Reste von FeO zu Fe mit der Folge zurückführen, daß die Schlackenviskosität weiter erhöht wird. Eine verhältnismäßig hohe CO-Strömung erzeugt in Verbindung mit der Schlackentemperatur einen stabilen Schlackenschäum mit einer hoch aktiven Oberfläche. Ferner wird hinsichtlich des Stahles auch ein Entgasungseffekt erreicht. Endlich kommt hinzu, daß der Schlackenschäum den Lichtbogen vollständig umhüllt bzw. abdeckt, so daß auch Energieverluste reduziert werden.

Durch die Verwendung des speziellen, im Rahmen eines Reduktionsprozesses für Eisenerz erzeugten CO<sub>2</sub>-Trägergases wird nicht nur der gewünschte stabile Schlackenschäum erzeugt, sondern auch eine Aufwandsminimierung erreicht. Denn diesbezüglich geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, daß das vorgenannte Gas zumeist ungenutzt in die Atmosphäre freigegeben wird und in vorteilhafter Weise als Trägergas bei der Behandlung von Stahl eingesetzt werden kann. Eine spezielle Aufbereitung ist nicht erforderlich. Hierdurch werden Gasressourcen geschont und es kommt – neben der ohnehin zu beobachtenden Energieeinsparung – zu einer weiteren Kostenminimierung. In die gleiche Richtung zielt auch die Verwendung der Blaslanze aus Kohlenstoffstahl, welche die Schlackenbildung insofern unterstützt, als im Zuge eines Abschmelzens oder einer Selbstverzehrung dieser Blaslanze größtenteils Stahl und Kohlenstoff unter Bildung von schaumunterstützendem CO erzeugt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind im folgenden aufgeführt. So kann das Gas/Feststoff-Gemisch mittels einer gekühlten oder ungekühlten Blaslanze bzw. Stahllanze durch eine Durchtrittsöffnung im Ofendeckel hindurch eingeblasen werden. Vorzugsweise wird der Gas/Feststoff-Gemisch-Strahl auf die Heißzone des Ofens bzw. der Schlacke im Bereich der Elektroden gerichtet. Dabei wird das Gas/Feststoff-Gemisch in beiden Fällen üblicherweise unterhalb der Schlackenoberfläche eingeblasen bzw. injiziert. – Als Feststoffe kommen Eisen, im Wege der Direktreduktion erzeugter Eisenschwamm oder Eisenfeinteile, Eisen enthaltende Abfälle, Kohle, Kohle enthaltende Abfälle, Additive, Zuschläge, Flußmittel oder dergleichen in Frage.

Im Rahmen der Erfindung findet CO<sub>2</sub>-Gas Verwendung, welches von einer Druckwechselanlage (PSA), einer Vakuumwechselanlage (VSA) oder einer chemischen Absorptionsanlage kommt. Das vorgenannte CO<sub>2</sub>-Gas wird im Zuge eines Reduktionsprozesses für Eisenerz erzeugt und wird bei den meisten installierten Anlagen ungenutzt in die Atmosphäre freigegeben. Selbstverständlich kann im Rahmen der Erfindung auch CO<sub>2</sub>-Gas Verwendung finden, welches in anderen Prozessen entsteht.

Sofern ein metallurgischer Ofen bzw. Lichtbogenofen mit einem Ofendeckel zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens eingesetzt wird, weist dieser Ofendeckel eine Durchtrittsöffnung für eine Blaslanze auf, die in dieser Durchtrittsöffnung höhenverstellbar geführt ist. Die Durchtrittsöffnung kann sich neben den üblichen Durchführungen für die Elektroden des Lichtbogenofens befinden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt einen Lichtbogenofen 1 mit einer vorgeschalteten Mischvorrichtung 2, in welcher Feststoffe und nach dem Ausführungsbeispiel im Wege der Direktreduktion erzeugter Eisenschwamm und gegebenenfalls Eisenfeinteile mit CO<sub>2</sub> als Trägergas vermischt werden. Das Gas/Feststoff-Gemisch wird entweder mittels einer Stahllanze 3 durch eine Durchtrittsöffnung 4 im Ofendeckel 5

hindurch eingeblasen oder mittels einer Blaslanze 6 aus Kohlenstoffstrahl durch die Abstichöffnung 7 des Lichtbogenofens 1 hindurch eingeblasen. Im ersteren Fall ist der Gas/Feststoff-Gemisch-Strahl auf die Heißzone 8 des Lichtbogenofens 1 bzw. der Schlacke 9 gerichtet, die sich im mittleren Bereich zwischen z. B. drei auf- und niederfahrbaren sowie zumindest in die Schlacke eintauchenden Elektroden 10 befindet. Die Durchtrittsöffnung 4 für die Stahllanze 3 ist zugleich für die Führung der Stahllanze eingerichtet, welche oberhalb des Ofendeckels 5 höhenverstellbar eingerichtet und dort ebenfalls geführt ist. Stets wird das Gas/Feststoff-Gemisch unterhalb der Schlackenoberfläche eingeblasen und durchdringt dadurch die Schlacke 9 bis zu deren Berührungsfläche mit der Stahlschmelze 11.

#### Patentansprüche

1. Verwendung von reinem CO<sub>2</sub>-Gas oder einem im wesentlichen CO<sub>2</sub> enthaltenden Gas als Trägergas bei der Behandlung von Stahl im Zuge der Stahlerzeugung in einem Lichtbogenofen (1), wobei
  - das CO<sub>2</sub>-Gas im Rahmen eines Reduktionsprozesses für Eisenerz erzeugt wird, und wonach
  - Feststoffe mittels dieses Trägergases unter Verwendung einer Blaslanze (6) aus Kohlenstoffstahl durch eine Abstichöffnung (7) in den Ofen (1) unterhalb der Schlackenoberfläche eingeblasen werden und sich eine Schicht aus Schlacke (9) oberhalb einer Stahlschmelze (11) bildet, so daß
  - das CO<sub>2</sub> an der Oberfläche der Stahlschmelze (11) in einer endothermen Reaktion nahezu vollständig in CO und O<sub>2</sub> dissoziiert, und
  - das gebildete O<sub>2</sub> unter zusätzlicher Erzeugung von CO unmittelbar mit C aus der Stahlschmelze reagiert, sowie
  - aufgrund der der Schlacke (9) und der Stahlschmelze (11) entzogenen Wärme insbesondere die Temperatur der Schlacke (9) in der Reaktionszone abnimmt und in Verbindung mit der erzeugten CO-Strömung ein stabiler Schlackenschäum gebildet und zusätzlich eine Entgasung der Stahlschmelze (11) erreicht wird.
2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gas/Feststoff-Gemisch-Strahl auf die Heißzone des Ofens bzw. der Schlacke (9) gerichtet ist.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Feststoffe Eisen, im Wege der Direktreduktion erzeugter Eisenschwamm oder Eisenfeinteile, Eisen enthaltende Abfälle, Kohle, Kohle enthaltende Abfälle, Additive, Zuschläge, Flußmittel oder dergleichen verwendet werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

